Fundação Universidade Federal do Rio Grande

Colégio Técnico Industrial - Professor Mário Alquati

Curso de Projetos e Instalações Elétricas

Prof. José Eli Santos dos Santos

Módulo IV

Rio Grande, 2005.

AUTOMAÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Atualmente a automação tornou-se parte do cotidiano com diversas aplicações na área doméstica, comercial e, principalmente, industrial.

> Entende-se por **automático** todo processo que se desenvolve sem a necessidade de intervenção humana (medição, decisão e ação corretiva).

Tabela 1.1 – Aplicações da Automação.

APLICAÇÕES		
DOMÉSTICA	**COMERCIAL**	**INDUSTRIAL**
• Climatização • Eletrodomésticos inteligentes (lavadoras, aspiradores, etc.) • Monitoramento de alarmes • Prédios inteligentes	• Caixas automáticos (bancários) • Centrais telefônicas • Controle de tráfego e estacionamento • Sistema de cobrança (etiqueta inteligente) • Sistemas de segurança	• Controle automático de processos industriais • Intertravamento • Gerenciamento de energia • Sistemas de Transporte

Além das aplicações listadas na tabela 1.1 a automação tem como na agricultura um setor emergente com controle de umidade e temperatura em estufas e controle de irrigação e aplicação de herbicidas.

1.1 Histórico

Em toda a história da humanidade estão presentes as tentativas de substituir a força humana pela de animais, ação dos ventos e quedas d'água embora isto quase sempre tenha sido feito com o emprego de máquinas rudimentares. Este processo denominado **mecanização** apresentou uma forte evolução a partir da revolução industrial (séc. XVIII) com o uso de máquinas a vapor e, mais adiante com o aparecimento do motor a explosão e de aplicações bem sucedidas da energia elétrica.

O desenvolvimento, por James Watt, do regulador centrífugo de velocidade para máquinas a vapor (Fig. 1.1) em 1769 aparece como um dos primeiro dispositivos automáticos pois permitia o controle da velocidade sem necessidade de um operador.

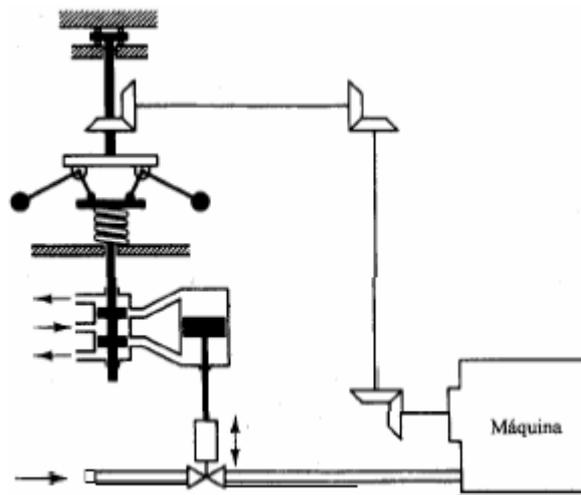



Figura 1.1 – Regulador de Velocidade de Watt.

No início do século XX surgiram vários dispositivos capazes de controlar alguns processos simples como termostatos e chaves de nível. Após o surgimento dos primeiros controladores nos anos 30 e, com a evolução da **instrumentação** todo processo tornou-se virtualmente passível de ser automatizado. Nos anos 60 apareceram as primeiras aplicações de controle baseadas em computador e aquisição de dados, a partir dos anos 80 o aparecimento de sensores e atuadores inteligentes, robôs, tornos CNC, eficientes sistemas de supervisão além do uso de protocolos redes que permitem a integração destes dispositivos. Hoje impulsionado pela evolução da eletrônica com o aumento da capacidade de processamento e de memória dos dispositivos de controle dispomos de uma grande variedade de elementos que permitem o controle automático de plantas industriais de elevada complexidade possibilitando disponibilidade de dados para supervisão e controle inclusive através de redes sem fio (*wireless*), Internet ou telefone celular.

Instrumentação corresponde às técnicas e dispositivos empregados na medição, tratamento e transmissão das variáveis do processo.

1.2 Objetivos da Automação

Basicamente a automação de um processo produtivo visa a sua otimização,obtendo produtos com um custo unitário reduzido em um tempo menor e com uma maior uniformidade. Isto é conseguido indiretamente quando alcançados os seguintes objetivos:

- Aumentar e controlar a qualidade do produto
- Incrementar a produtividade
- Aumentar a confiabilidade do processo
- Disponibilizar dos dados referentes ao processo para análise
- Aumento da segurança em relação às pessoas e ao ambiente

1.3 Efeitos da Automação

Considerando que todo processo pode, de alguma forma, ser automatizado, a decisão entre a utilização da automação torna-se uma questão mais de ordem econômico-financeira que propriamente técnica. Ao longo dos anos a automação tem provocado uma série de mudanças no ambiente de trabalho:

- Redução no nível de emprego de atividades repetitivas e/ou que requerem pouca qualificação
- Desaparecimento de algumas profissões
- Aumento da qualidade e padronização de produtos
- Redução de custos de produção

2. CONTROLE DE PROCESSOS

Controlar um processo corresponde a manter uma variável deste processo num determinado valor desejado.

2.1 Definições

- **Processo –** qualquer operação onde pelo menos uma propriedade física ou química possa variar ao longo do tempo.
- **Variável controlada –** Propriedade que se deseja controlar, corresponde a saída do processo.
- **Variável manipulada –** Propriedade que pode ser modificada diretamente pela ação do controlador e cuja variação irá afetar a variável controlada, corresponde a entrada do processo.
- **Valor desejado (*setpoint*) –** Valor de referência para a variável controlada. Em geral é determinado por um operador baseado nas necessidades do processo.
- **Elemento primário (sensor) –** dispositivo que utiliza a energia do processo para proporcionar uma medida da variável controlada.
- **Transmissor –** elemento que transforma a medida do sensor em um sinal padronizado que pode ser transmitido e interpretado pelo controlador.
- **Elemento Final de Controle (atuador) –** dispositivo que recebe o sinal do controlador e, desta forma, altera a variável manipulada (ex. válvulas, relés, etc.).
- **Controlador –** dispositivo que compara o valor da variável controlada com o valor desejado, calcula a ação corretiva necessária e emite o sinal de correção para o atuador.

2.2 Classificação

O controle de processos normalmente é considerado de dois tipos distintos: controle de variáveis contínuas (nível, temperatura, vazão, pressão, etc.) ou controle de variáveis discretas (controle da manufatura: posição, tempo, número, etc.). Uma possível classificação está ilustrada na figura 2.1.

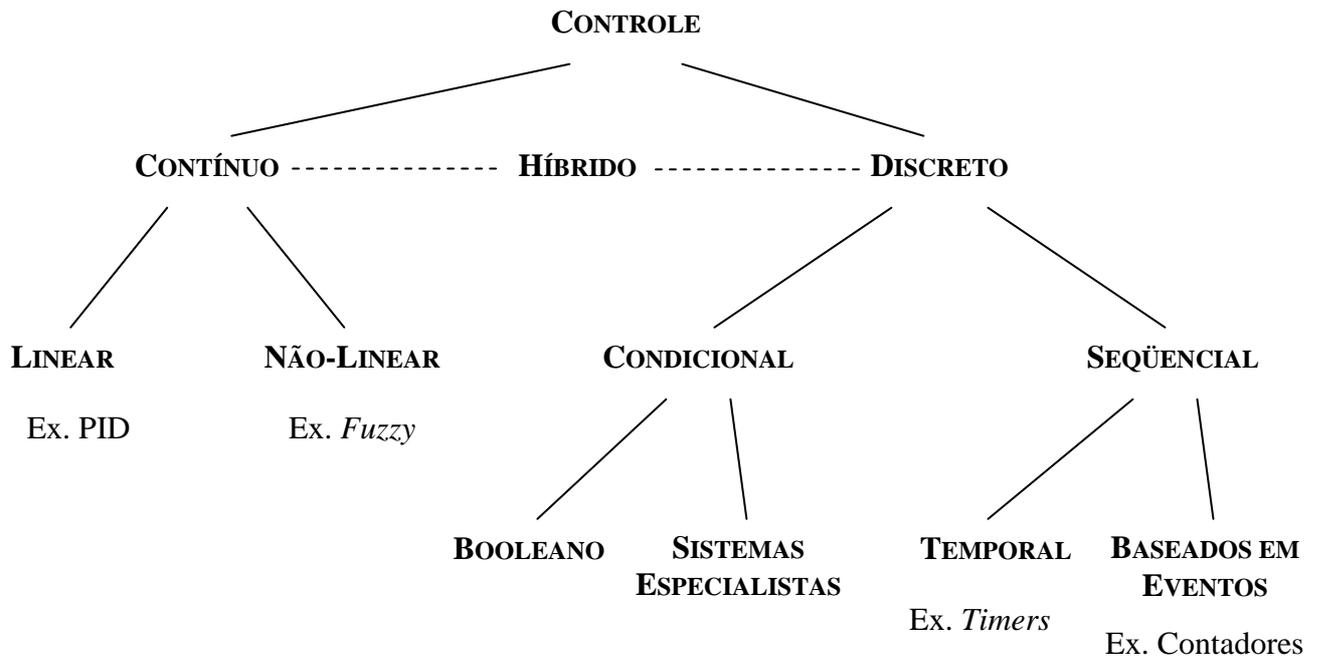



Figura 2.1 – Classificação dos Sistemas de Controle.

2.3 Realimentação

O controle de um processo baseado em realimentação é alcançado pela realização de três operações básicas: **medição** da variável controlada; **comparação** da variável controlada com o valor desejado e **ação corretiva**.

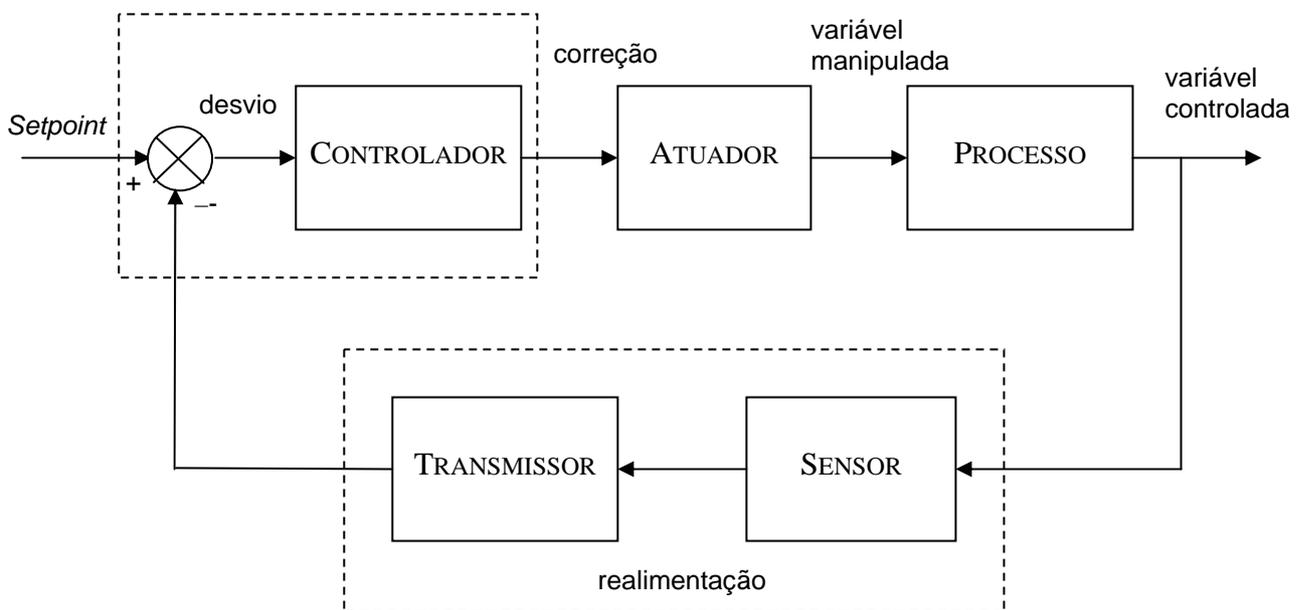



Figura 2.2 – Sistema de Controle com Realimentação.

Vários sistemas de controle não possuem a etapa de realimentação, estes são denominados controle em **malha aberta**, neste caso o controlador não recebe a informação da variável controlada e,

portanto, não pode corrigir automaticamente eventuais desvios em relação ao valor desejado. O seu desempenho depende de uma pré-sintonia.

Num sistema de controle em **malha fechada** (Fig. 2.3, 2.4) o controlador deverá ser capaz de realizar a **comparação** do valor medido da variável controlada com o valor desejado, os **cálculos** necessários para corrigir este desvio e a **ação corretiva** no processo para que a saída volte ao *setpoint*.

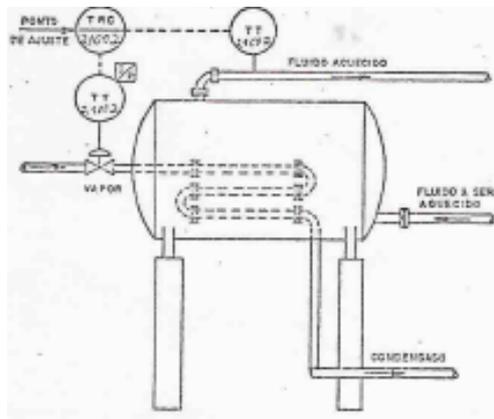



Figura 2.3 – Sistema de Controle de Temperatura.

Figura 2.4 – Sistema de Controle de Nível.

3. CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS (C.L.P.)

Um controlador lógico programável é um dispositivo físico eletrônico, baseado num microprocessador, dotado de memória programável capaz de armazenar programas implementados por um usuário com o objetivo de, baseado no estado de suas entradas, determinar o estado das saídas de forma a controlar um determinado processo.

Controlador Lógico Programável

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas): é um equipamento eletrônico digital com hardware e software compatíveis com aplicações industriais.

NEMA (*National Electrical Manufactures Association*): é um aparelho eletrônico digital que utiliza uma memória programável para armazenar internamente instruções e para implementar funções específicas, tais como lógica, seqüenciamento, temporização, contagem e aritmética, controlando, por meio de módulos de entradas e saídas, vários tipos de máquinas ou processos.

3.1 Histórico

Concebido originalmente para a linha de montagem da General Motors em 1968 para substituir os painéis de controle a relé, estes painéis possuíam pouca flexibilidade sendo necessária sua reconstrução a cada modificação do projeto. Como estas modificações ocorriam de maneira freqüente, os CLP foram concebidos com o principal objetivo de facilitar e desonerar e reduzir a manutenção das linhas de produção. O primeiro controlador que atendia a estas especificações foi construído em 1969 pela Gould Modicon (*Modular Digital Controller*), em 1971 sua aplicação foi ampliada a outras indústrias e, em 1973 surgiu o primeiro sistema de comunicação que permitia que os CLP trocassem informação entre si e, já em 1975 passou a incorporar o controle PID (Proporcional - Integral - Derivativo). Até 1977 os CLP eram implementados com componentes eletrônicos discretos, somente a partir de então passando a serem confeccionados a partir de microprocessadores. Com a evolução dos microprocessadores ocorreu o aumento da capacidade de processamento e de memória dos CLP que passaram a se tornar atrativos, além de todos os campos de atividade industrial, também, a área de automação predial atuando no controle de climatização, alarmes, iluminação. As atuais gerações de controladores possuem funções avançadas de controle, disponibilidade de grande número de entradas e saídas, além de uma grande facilidade de comunicação com sistemas supervisórios e sensores e atuadores inteligentes.

3.2 Características

Os CLP surgiram em substituição de sistemas convencionais baseados em relés e, em relação a estes sistemas apresenta as seguistes características:

- Ocupa menor espaço;
- Requer menor potência elétrica;
- Permite sua fácil reutilização;
- É programável, permitindo a alteração dos parâmetros de controle;
- Apresenta maior confiabilidade;

- Sua manutenção é mais fácil e rápida;
- Oferece maior flexibilidade;
- Apresenta interface de comunicação com outros CLP e computadores;
- Permite maior rapidez na elaboração do projeto do sistema.

3.3 Principais Fabricantes

Atualmente um grande número de fabricantes atua na confecção de CLP, disponibilizando ao usuário softwares avançados de programação além de simuladores.

Tabela 3.1 – Fabricantes de CLP.

3.4 Constituição

Os CLP são constituídos basicamente por uma fonte de alimentação, uma Unidade Central de Processamento (*Central of Processing Unit - CPU*), além de módulos de entrada e saída. A *CPU* é onde são realizados todos os cálculos necessários à obtenção dos valores necessários às saídas, com base nas entradas lida, determinados pelo programa armazenado na memória (Fig. 3.1).

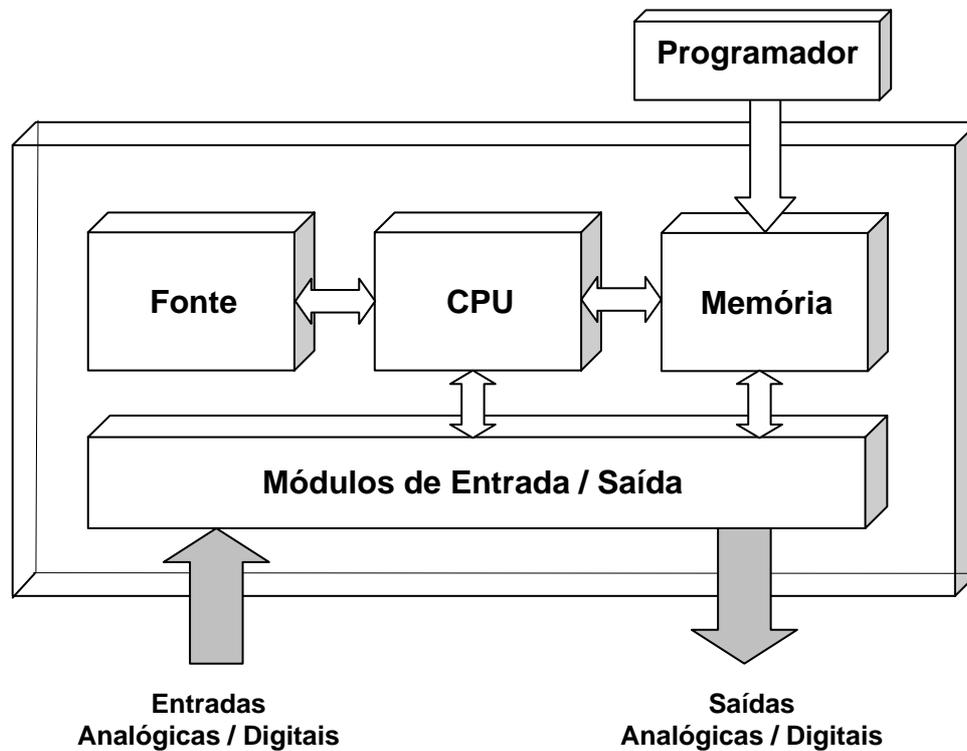



Figura 3.1 – Estrutura Básica de um CLP.

O CLP possui, eventualmente, um dispositivo programador que, em geral, pode ser substituído por um computador ou ainda podendo ser integrado ao controlador através de uma IHM (Interface Homem-Máquina) que possibilita o envio ou edição de programas, modificação de parâmetros de sintonia ou mesmo consulta aos valores de variáveis do processo.

A **CPU** é o elemento principal do controlador, responsável tanto pela execução dos programas do usuário quanto pelas funções associadas ao endereçamento de memória, operações aritméticas e lógicas e relógio.

A **memória** é o dispositivo responsável pela armazenagem de dados e programas utilizados durante o funcionamento do CLP.

O **módulo de Entrada / Saída** (*I/O - Input / Output*) corresponde à conexão do controlador aos sensores e atuadores do processo. As **entradas** podem ser do tipo **digitais** (variáveis discretas) - relés, botões ou **analógicas** (variáveis contínuas) - velocidade, temperatura. As **saídas** da mesma forma podem ser **digitais** - lâmpadas, contactores ou **analógicas** - servoválvula, conversor de freqüência.

A figura 3.2 ilustra algumas entradas e saídas típicas de um CLP bem como a utilização de uma IHM e de um microcomputador como dispositivo de programação.

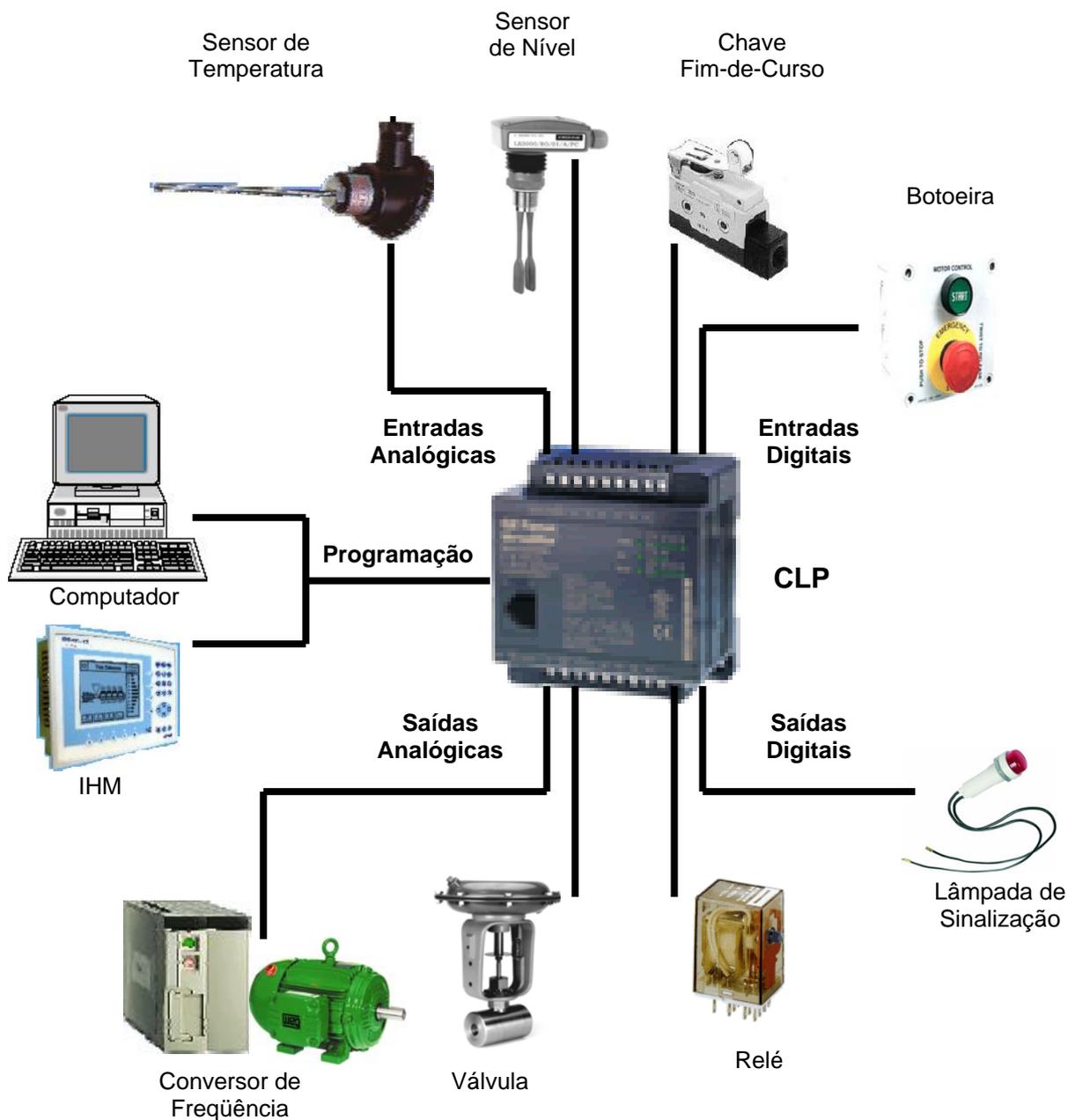



Figura 3.2 – Possíveis Entradas e Saídas de um CLP.

As entradas e saídas discretas apresentam dois níveis lógicos: “0” ou “1”, ligado ou desligado enquanto que as entradas e saídas analógicas apresentam sinais contínuos que são padronizados para trabalhar numa faixa, normalmente, 4 a 20mA (corrente) ou 0 a 10V (tensão).

3.5 Funcionamento

Um controlador pode assumir o modo de **espera** quando está sendo programado ou parametrizado, estado de **operação** quando está executando um programa ou estado de **erro** se ocorre alguma falha no controlador (Fig. 3.3).

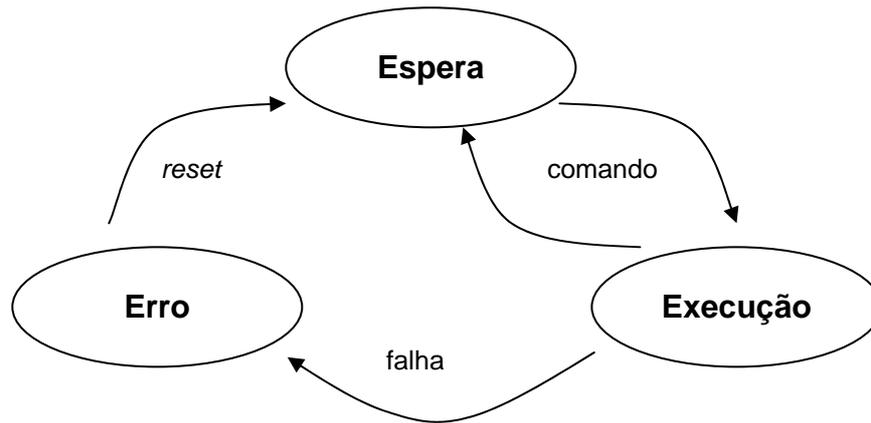



Figura 3.3 – Modos de um CLP.

Quando está no estado de execução, um CLP trabalha em *loop* executanto, a cada ciclo de varredura, cuja duração é da ordem de mili-segundos, uma série de instruções referentes aos programas presentes em sua memória como ilustra a figura 3.4.

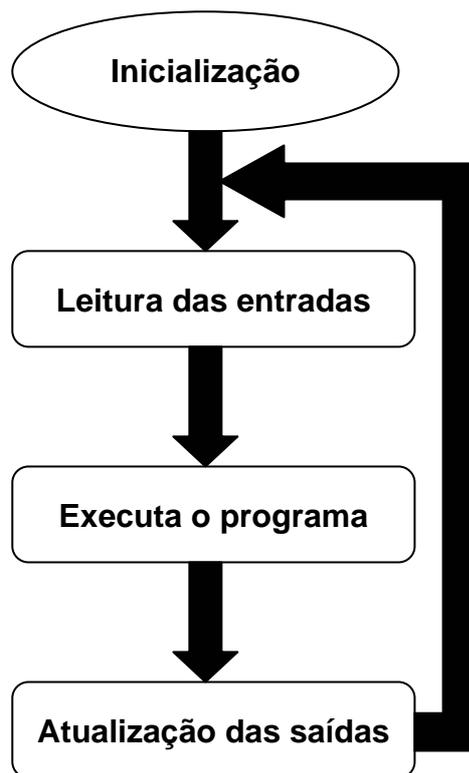



Figura 3.4 – Ciclo de Varredura de um CLP.

3.6 Programação

A grande responsável pela flexibilidade de um CLP é a sua capacidade de ser programado, seja através de um dispositivo IHM ou de um microcomputador. Os *softwares* atualmente existentes

apresentam uma série de facilidades no processo de programação e testes do programa possibilitando, inclusive, a realização de simulações, forçamento de entradas além de uma série de ferramentas avançadas de edição.

3.6.1 Linguagens de Programação

Com a evolução dos CLP surgiram, ao longo dos anos, diversas linguagens de programação possibilitando a confecção de programas cada vez mais complexos e melhor estruturados.
A norma internacional IEC-11313 define quatro linguagens de programação para CLP, sendo duas textuais e duas gráficas:

Textuais:

- Lista de Instruções, IL (*Instruction List*)
- Texto Estruturado, ST (*Structured Text*)

Gráficas:

- Diagrama *Ladder*, LD (*Ladder Diagram*)
- Diagrama de Blocos Funcionais, FBD (*Function Block Diagram*)

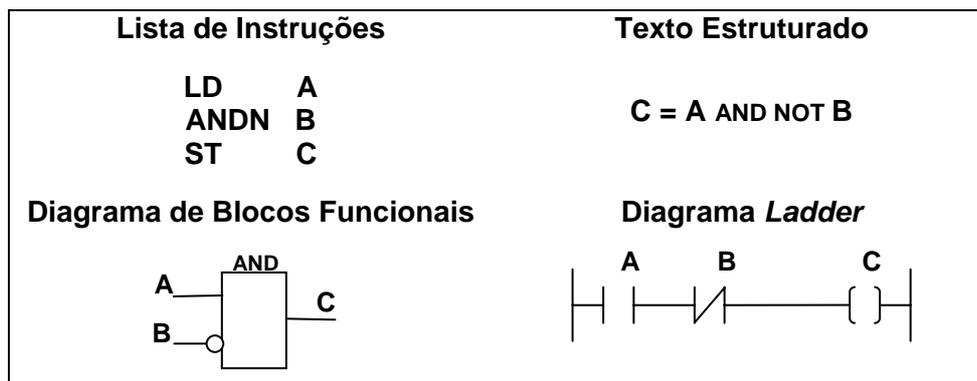



Figura 3.5 – Linguagens de Programação.

A figura 3.5 ilustra uma mesma lógica de programa representada pelas quatro linguagens. A seleção da linguagem de programação a ser empregada depende:

- da formação do programador;
- do problema a resolver;
- do nível da descrição do problema;
- da estrutura do sistema de controle;
- da interface com outras pessoas / departamentos.

Ladder tem sua origem nos EUA. É baseada na representação gráfica da lógica de relés.

Lista de Instruções de origem européia, é uma linguagem textual, se assemelha ao *assembler*.

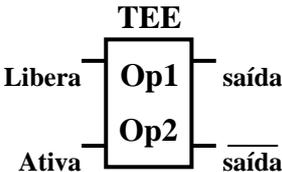
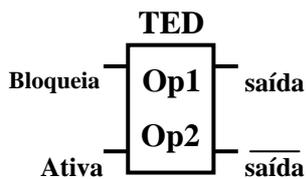
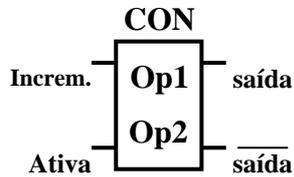
Blocos Funcionais é muito usada na indústria de processos. Expressa o comportamento de funções, blocos funcionais e programas como um conjunto de blocos gráficos interligados, como nos diagramas de circuitos eletrônicos. Se parece com um sistema em termos do fluxo de sinais entre elementos de processamento.

Texto Estruturado é uma linguagem de alto nível muito poderosa, com origem em Ada, Pascal e “C”. Contém todos os elementos essenciais de uma linguagem de programação moderna, incluindo condicionais (IF-THEN-ELSE e CASE OF) e iterações (FOR, WHILE e REPEAT). Estes elementos também podem ser aninhados. Esta linguagem é excelente para a definição de blocos funcionais complexos, os quais podem ser usados em qualquer outra linguagem IEC.

3.6.2 Linguagem de Diagramas de Contados (ladder)

Esta é a linguagem favorita dos técnicos com formação na área industrial por mais se assemelhar aos circuitos de relés, consiste numa linguagem bastante intuitiva de fácil interpretação apresentando, no entanto, limitações para sua utilização em programas extensos ou com lógicas mais complexas.

Tabela 3.2 – Comandos Básicos da Linguagem *Ladder*.

Símbolo	Descrição
—| |—	Contato **Normalmente Aberto** (**NA**): pode estar associado a uma entrada digital do controlador ou mesmo a um contato auxiliar, no caso de ser uma entrada (p.ex. NA de uma botoeira) será acionado modificando o seu estado sempre que esta entrada for acionada. Da mesma forma, se for um contato auxiliar, será acionado sempre que a bobina associada a esta variável for energizada.
—|/|—	Contato **Normalmente Fechado** (**NF**): da mesma forma que o NA , pode estar associado a uma entrada digital ou a um contato auxiliar.
—( )—	**Bobina Simples** (**BOB**): sempre que for acionada altera o estado de todos os elementos associados a ela, abrindo contatos fechados e fechando os abertos, atua enquanto for mantida a energização.
—(L)—	**Bobina Liga** (**BBL**): sempre que for acionada altera o estado de todos os elementos associados a ela, abrindo contatos fechados e fechando os abertos.
—(D)—	**Bobina Desliga** (**BBD**): sempre que for acionada força o retorno ao estado original de todos os elementos associados a ela.
TEE **Libera** **Op1** **saída** **Ativa** **Op2** **saída**	**Temporizador na Energização (TEE)**: Realiza contagem de tempo com a energização de suas entradas. O operando **Op1** é a memória acumuladora de tempo e **Op2** é o tempo limite (décimos de segundo). Sempre que as entradas **Libera** e **Ativa** estiverem energizadas começa a contagem. Se **Libera** for desenergizada a contagem é interrompida e se **Ativa** for desenergizada **Op1** é zerado. Quando a contagem de **Op1** atingir o limite de **Op2** a saída é energizada.

Temporizador na Desenergização (TED): Semelhante ao TEE, realiza contagem de tempo, porém, com a energização de sua entrada **Bloqueia**. Se **Bloqueia** for energizada a contagem é interrompida e se **Ativa** for desenergizada **Op1** é zerado.

Contador Simples (CON): Realiza contagens simples, uma unidade a cada acionamento. O operando **Op1** é a memória acumuladora unidades e **Op2** é o número limite. Sempre que as entradas **Incrementa** e **Ativa** estiverem energizadas começa a contagem. Se **Ativa** for desenergizada **Op1** é zerado. Quando **Op1** = **Op2**, a **saída** é acionada.

Na representação *ladder* existe uma linha vertical de energização a esquerda e outra linha a direita. Entre estas duas linhas existe a matriz de programação formada por xy células, dispostas em x linhas e y colunas. Cada conjunto de células é chamado de uma lógica do programa aplicativo. As duas linhas laterais da lógica representam barras de energia entre as quais são colocadas as instruções a serem executadas. As instruções podem ser contatos, bobinas, temporizadores, etc.

A lógica deve ser programada de forma que as instruções sejam “energizadas” a partir de um “caminho de corrente” entre as duas barras, através de contatos ou blocos de funções interligados. Entretanto, o fluxo de “corrente elétrica” simulado em uma lógica flui somente no sentido da barra da esquerda para a direita, diferentemente dos esquemas elétricos reais. As células são processadas em colunas, iniciando pela célula esquerda superior e terminando pela célula direita inferior.

Cada célula pode ser ocupada por uma conexão (“fio”), por um bloco (relé de tempo, operação aritmética,etc), ou ainda por um contato ou bobina. Além disso, existem algumas regras impostas na linguagem Ladder. Por exemplo, as bobinas devem ocupar somente a última coluna a direita.Abaixo temos a ordem de execução das células em uma lógica Ladder. Note que o programa aplicativo pode ser composto de várias lógicas Ladder. Além disso, um módulo de configuração permite especificar parâmetros do CLP, como modelo, velocidade de ciclo, endereço do CLP na rede de comunicação, etc.

1	5	9	13	17	21	25	29
2	6	10	14	18	22	26	30
3	7	11	15	19	23	27	31
4	8	12	16	20	24	28	32

Figura 3.6 – Células de um Lógica *Ladder*.

3.7 Aplicações

Embora sejam bastante variadas as aplicações dos CLP que podem ser representadas facilmente através da linguagem *Ladder*, as de representação mais direta são aquelas relacionadas ao acionamento de máquinas elétricas através de circuitos de comando e força.

3.7.1 Exemplos de Programas *Ladder*

a) Partida Direta de um Motor

O programa representado na figura 3.7 corresponde ao acionamento de um motor através de uma botoeira, a entrada do controlador corresponde aos comandos LIGA, contato NA do botão *On* da botoeira, e DESLIGA, contato NF do botão *Off* da botoeira. A bobina MOTOR corresponde à saída do controlador que acionará um contactor responsável pela partida direta do motor.

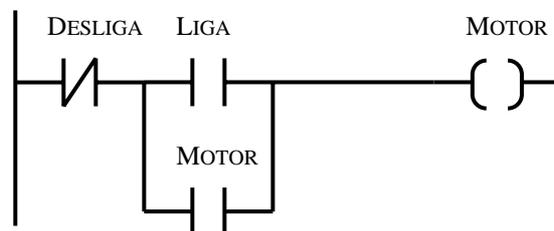



Figura 3.7 – Programa *Ladder* para Partida de um Motor.

O contato aberto da bobina MOTOR é responsável por realizar a retenção, ou seja, manterá a sua bobina energizada mesmo após o operador parar de pressionar o botão LIGA.

b) Partida Direta e Reversão de um Motor

A reversão no sentido de rotação de um motor trifásico é possível pela troca de duas das fases que alimentam este motor conforme ilustrado pelo esquema de força da figura 3.8.

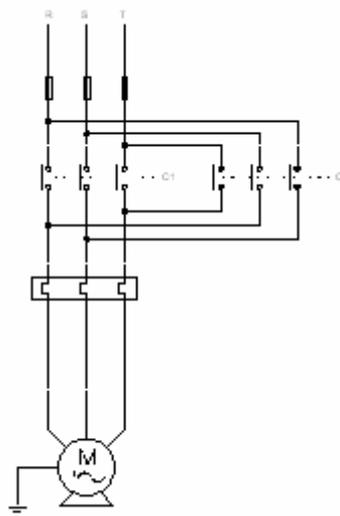



Figura 3.8 – Circuito de Força para Partida e Reversão.

O programa representado na figura 3.9 ilustra um circuito de partida direta e reversão de um motor onde o acionamento do contactor C_1 permite a partida direta do motor no sentido horário e C_2 no sentido anti-horário.

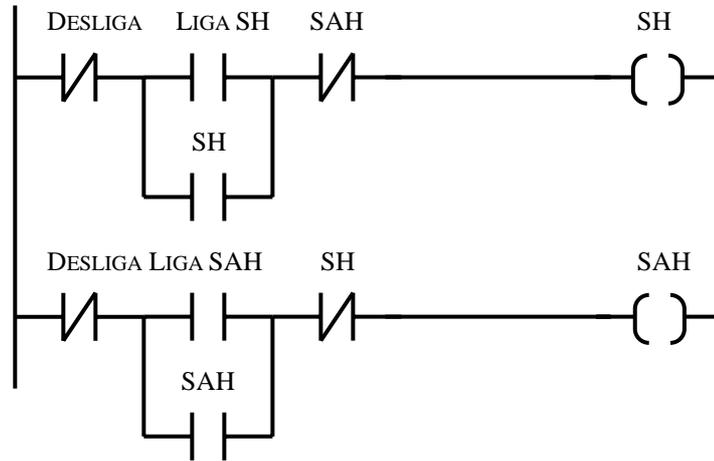



Figura 3.9 – Programa *Ladder* para Partida e Reversão de um Motor.

A saída SH do controlador acionará C_1 enquanto que a saída SAH acionará C_2. Neste caso C_1 e C_2 nunca poderão ser acionados simultaneamente pois isto provocaria um curto-circuito sendo necessário, portanto, o intertravamento realizado pelo contato NF de SAH em série com a bobina SH e o contato NF SH em série com a bobina SAH. Tanto a retenção como o intertravamento são realizados utilizando comandos *ladder* sem a necessidade do uso dos contatos auxiliares dos contactores.

c) Partida Estrela-Triângulo

Neste caso, a partida do motor dá-se na configuração estrela, de forma a minimizar a corrente de partida e, após determinado tempo, comuta-se o motor para a configuração triângulo que corresponde ao regime normal de trabalho do motor.

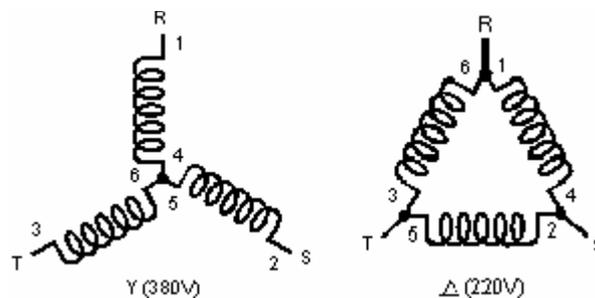



Figura 3.10 – Esquemas de Ligação de um Motor Trifásico.

São utilizados três contactores: C_1 que alimenta as pontas 1, 2 e 3 do motor com as três fases R, S e T, respectivamente; C_2 que alimenta com a mesma sequência as pontas 6, 4 e 5 e; C_3 que interliga as pontas 4, 5 e 6. Desta forma a ligação simultânea de C_1 e C_3 corresponde a configuração estrela, enquanto que a ligação de C_1 e C_2 equivale a configuração triângulo (Fig. 3.11).

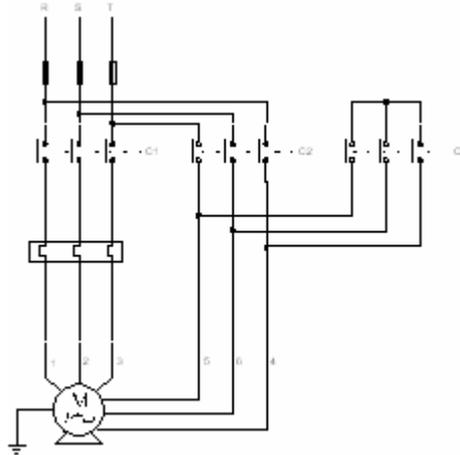



Figura 3.11 – Circuito de Força da Partida Estrela-Triângulo.

O diagrama *ladder* ilustrado na figura 3.12 representa a partida estrela-triângulo de um motor onde o tempo é ajustado para 5,0 segundos.

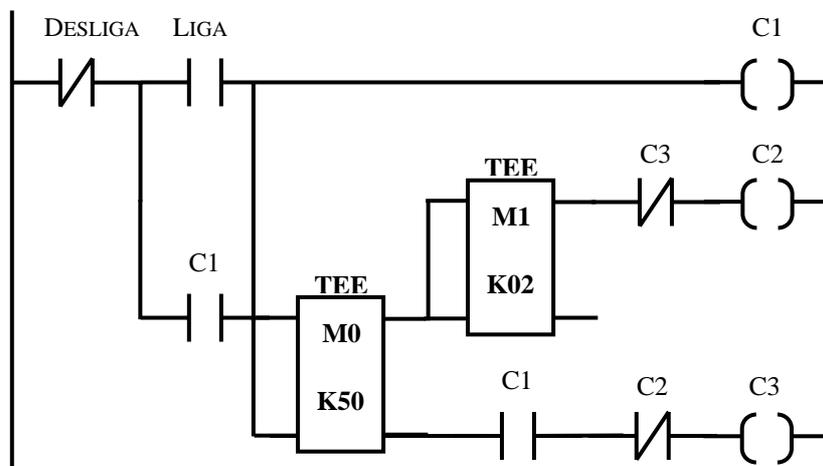



Figura 3.12 – Programa *Ladder* para Partida Estrela-Triângulo.

É possível observar, uma vez mais, as ações de retenção (C_1) e intertravamento (evitando que C_2 e C_3 sejam acionados simultaneamente).

3.7.2 Exercícios

a) Elabore um programa *Ladder* de partida/parada de um motor, semelhante ao representado na figura 3.7 porém, desta vez, sem a necessidade do uso de retenção.

b) Elabore um programa para controlar o nível no tanque ilustrado na figura 3.13 de maneira que o operador possa ser capaz de selecionar o modo se funcionamento: AUTOMÁTICO ou MANUAL. Em MANUAL, a bomba poderá ser ligada pressionando-se o botão LIGA e desligada pressionando-se o botão DESLIGA. Neste modo, as chaves de nível não têm nenhuma ação. Em AUTOMÁTICO a bomba d'água seja ligada sempre que a chave de NÍVEL BAIXO for acionada e que seja desligada toda vez que a chave de NÍVEL ALTO seja acionada.

Observe o diagrama de estados da bomba d'água representado pela figura 3.14 na elaboração do programa *ladder*.

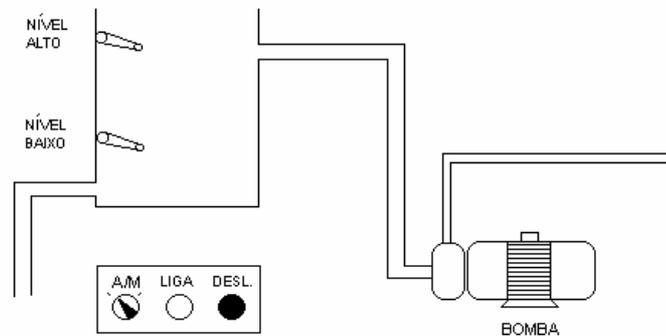



Figura 3.13 – Sistema Controle de Nível.

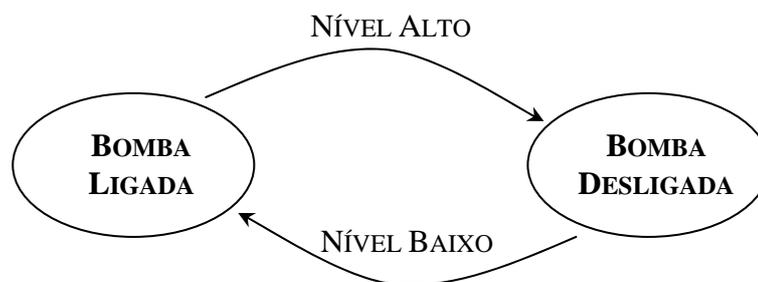



Figura 3.13 – Diagrama de Estados da Bomba.

c) A figura 3.15 mostra um misturador usado para fazer cores personalizadas de tinta. Dois encanamentos alimentam o tanque, fornecendo dois ingredientes diferentes, enquanto que, um único encanamento no fundo do tanque transporta a tinta misturada (produto final). Nessa aplicação o programa deverá controlar a operação de preenchimento, o nível do tanque, o funcionamento do misturador e o período de aquecimento conforme as seguintes etapas:

1º – Encher o tanque com o ingrediente 1.
2º – Encher o tanque com o ingrediente 2.
3º – controlar o nível do tanque para o acionamento da chave *High-Level*.
4º – Manter o status da bomba se a chave *Start* está aberta .
5º – Começar a mistura e o período de aquecimento .
6º – Ligar o motor do misturador e a válvula de vapor .
7º – Drenar o tanque da mistura.
8º – Contar cada período.

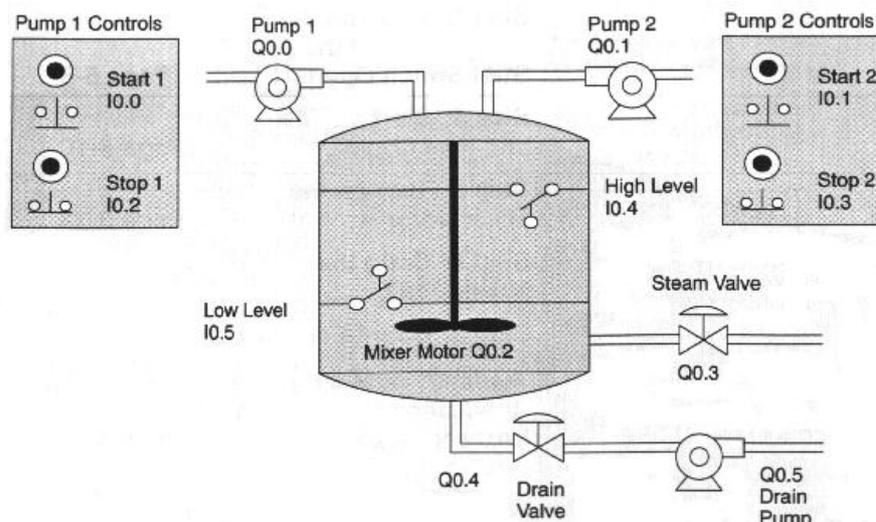



Figura 3.15 – Sistema de Mistura de Tintas.

3.7.3 CLP Piccolo

Os controladores programáveis da série Piccolo foram desenvolvidos pela empresa ALTUS Sistemas de Informática S.A. para a automação e controle de processos de pequeno e médio porte, apresentando dimensões compactas, integram em um único gabinete plástico: CPU, pontos de entrada e saída digitais, analógicos, entradas de contagem rápida e canal serial para carga de programas e conexão à rede ALNET I. Os modelos presentes no laboratório de automação do Colégio Técnico Industrial - Prof. Mário Alquati são o 102/R (saídas a relé) e o 102/T (saídas a transistor) que possuem 14 entradas digitais 24 Vdc, 10 saídas digitais, canal serial RS-232 (Fig. 3.16).

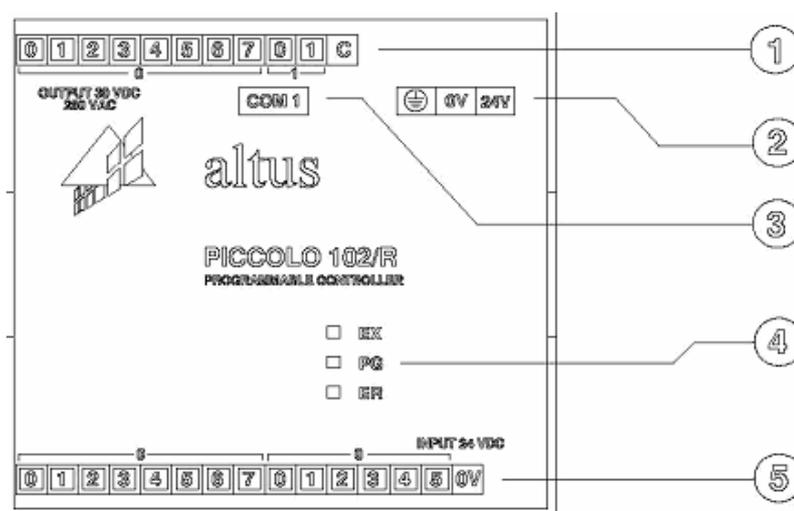



Figura 3.16 – Painel Frontal do PL102/R.

A tabela 3.3 apresenta a descrição dos principias elementos do painel do CLP PL102 ilustrados na figura 3.16

Tabela 3.3 – Partes Principais do Painel do PL102.

Nº	DESCRIÇÃO
1	Saídas digitais a relé / transistor (conforme o modelo)
2	Conector de alimentação
3	Interface Serial
4	LEDs de estado da CPU
5	Entradas digitais 24 Vdc

Manual Anexo

3.7.4 Mastertool

Utilização

3.7.5 Exemplos de Aplicações (controle discreto, analógico, exercícios, implementações)

4. IHM

Tipos, IHM Foton 5, programação

5. REDES

Fieldbus, outros protocolos (ALTNET I)

6. PROJETOS DE AUTOMAÇÃO

Possibilidades, aplicações (acionamento, intertravamento, demanda, F.P., *retrofitting*)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] JACK, H. "Automating Manufacturing Systems with PLCs", versão 4.6, disponível em http://claymore.engineer.gvsu.edu/~jackh/books.html, 2004.

[2] NATALE, F. "Automação Industrial", Ed. Érica, São Paulo, 2000.

[3] RABELO, F. "Apostila do Micrologix 1000", CIBA, 2004.

[4] RICHTER, C. "Controladores Programáveis - Curso de Automação Industrial", DEXTER, 2001.

[5] ANTONELLI, P.L. "CLP Básico", 1998.

[6] SILVA FILHO, B.S. "Curso de Controladores Lógicos Programáveis", LEE-UERJ, Rio de Janeiro, RJ, 1998.

[7] KILIAN, “Modern Control Technology: Components And Systems”, 2ª edição, 2003.

[8] ALTUS. Série PICCOLO Manual de Utilização Ref. 6299-014.4 Rev. A 12/95.

[9] ALTUS. Manual de Utilização - Série PICCOLO, Ver. D - 2003, Cód. Doc.MU299014.

[10] ALTUS. MASTERTOOL Manual de Utilização Ref. 6203-012.4 Rev. A 05/95.

[11] SOUSA, A.M. e SCHUTTENBERG, R.M.C. “Apostila de Laboratório: Controle de Processos e PLC”, Belo Horizonte - MG, 2ª Ed., 2000.